

*system monitorowania przestrzeni przed pojazdem (CMS)
Wspomaganie stabilizacji pojazdu sprzęgniętego z przyczepą (TSA)
Moduł prędkości zbliżania (CVM)*

Sławomir OLSZOWSKI¹
Marcin SZTANDKIE²

INNOWACYJNE SYSTEMY WSPOMAGAJĄCE PRACĘ KIEROWCY

W artykule zaprezentowano innowacje w inteligentnych systemach wspomagających pracę kierowcy. Jest to kolejny artykuł prezentujący nowości w zintegrowanych systemach bezpieczeństwa, wykraczające poza obszar indywidualnego pojazdu i poza personalne umiejętności kierowcy. Opisano systemy: monitorowania przestrzeni przed pojazdem (CMS), moduł prędkości zbliżania CVM oraz wspomaganie stabilizacji pojazdu sprzęgniętego z przyczepą TSA. Treść artykułu napisana pod kątem newralgicznych punktów ze względu na problemy procesu diagnozy. Zdefiniowano czynności kalibracji czujników w stosunku do zakresu prac serwisowych.

INNOVATION SYSTEMS SUPPORTING A DRIVER

The article presents innovations in intelligent systems supporting a driver. It is not the first one which takes into consideration the latest issues of the safety integrated systems. What is more, it goes further than the individual vehicle as well as individual skills of a driver. Systems which have been described include: monitoring of the area in front of the vehicle (CMS), speed module of approaching CVM and supporting of the vehicle with a trailer TSA stability. The article is devoted to the important problems in the diagnostic process. Activities of sensors calibration according to service work have been defined.

1. WSTĘP

Przemysław motoryzacyjny pracuje nad inteligentnymi systemami, które przy pomocy dodatkowych czujników radarowych, a częściowo także czujników wideo będą mogły rejestrować aktualną sytuację na drodze w pasie ruchu pojazdu. Zastosowanie wybranych systemów opisano w pracach [1, 2]. Zdaniem konstruktorów, przyszłe układy hamowania awaryjnego będą w stanie interpretować sytuację na drodze i oferować kierowcy odpowiednią formę wspomagania procesu hamowania do samoczynnego zadziałania włącznie. Odpowiednie rozwiązania będą oferowane w najbliższych latach dla coraz większej liczby modeli pojazdów. Układy wspomagania nagłego hamowania nie tylko

¹ Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.
Tel: + 48 48 361-77-82, e-mail: s.olszowski@pr.radom.pl

² Volvo Auto Polska Sp. z o.o. Warszawa, m.szandkie@wp.pl

mogą redukować ryzyko obrażeń u pieszych, ale także mogą pomagać w unikaniu kolizji drogowych związanych z najechaniem na inny pojazd czy też na nieprzewidzianą przeszkodę. Z badań przeprowadzonych na rynku niemieckim [5] wynika, że w przypadku kolizji związanych z najechaniem, w których wystąpiły szkody osobowe, aż jedna trzecia kierowców wcale nie hamuje przed kolizją, a połowa nie wykorzystuje pełnej siły hamowania.

2. UWARUNKOWANIA PRAWNE

Od 24-02-2011 roku wszystkie nowe samochody osobowe oraz lekkie samochody użytkowe nowohomologowane w krajach na terytorium Unii Europejskiej będą musiały być wyposażone w układ wspomagania nagłego hamowania. Nowe rozporządzenie unijne zapewni większą "ochronę pieszych oraz innych uczestników ruchu drogowego pozbawionych ochrony". Wspomniane przepisy stanowią część nowego rozporządzenia unijnego, które ma na celu poprawę ochrony pieszych w ruchu drogowym. Układ wspomagania nagłego hamowania zdecydowanie może pomóc w sytuacjach wymagających hamowania awaryjnego, np.: gdy kierowca gwałtownie naciśnie pedał hamulca - system wykryje sytuację „nadzwyczajną” i błyskawicznie zwiększy ciśnienie w układzie hamulcowym, co spowoduje zwiększenie siły hamowania na kołach pojazdu. Pozwoli to na skrócenie drogi hamowania i zmniejszenie prawdopodobieństwa kolizji. Przy kompleksowym wyposażaniu pojazdów w układy wspomagania nagłego hamowania będzie można zgodnie z oczekiwaniami UE ograniczyć liczbę śmiertelnych kolizji z udziałem pieszych w znacznym stopniu.

Wraz z wprowadzeniem rozporządzenia unijnego mającego na celu poprawę „ochrony pieszych oraz innych uczestników ruchu drogowego pozbawionych ochrony“, oprócz obowiązku stosowania w pojazdach układu wspomagania nagłego hamowania, w życie wchodzi także bardziej rygorystyczne przepisy dotyczące dopuszczania do użytku dodatkowych zderzaków i systemów ochrony przedniej części pojazdu. Ma to na celu zmniejszenie ryzyka obrażeń u pieszych oraz rowerzystów w razie kolizji z takimi pojazdami. Poprawę bezpieczeństwa ma na celu także kolejne rozporządzenie, które weszło w życie w sierpniu 2009 roku. Przewiduje ono m.in. stopniowe wprowadzanie do listopada 2014 obowiązek stosowania systemu ESP zapewniającego pojazdowi większą stabilność w trakcie jazdy. Ponadto pojazdy użytkowe muszą najpóźniej od listopada 2015 roku być obowiązkowo wyposażone także w inteligentne układy hamowania awaryjnego oraz w systemy ostrzegające o niezamierzonej zmianie pasa ruchu. Zastosowanie takich systemów szerzej opisano w pracach [1, 2].

3. INTELIGENTNE SYSTEMY HAMOWANIA

Inteligentny system hamowania awaryjnego może wspomagać kierowcę w trzech etapach. Pierwszy etap to specjalna funkcja ostrzegania o kolizji pozwalająca identyfikować potencjalną przeszkodę i ostrzegać kierowcę (najpierw w sposób akustyczny lub optyczny, a później krótkim impulsem hamowania, który ma zwrócić uwagę kierowcy na występujące niebezpieczeństwo). Jeżeli kierowca zareaguje właściwie i rozpocznie proces hamowania, system odpowiednio zwiększy ciśnienie w układzie hamulcowym, aby pojazd szybciej mógł się zatrzymać i nie uderzyć w przeszkodę. Jeżeli jednak kierowca nie zareaguje, a kolizji nie da się uniknąć, system automatycznie rozpocznie hamowanie

z maksymalną możliwą do uzyskania siłą pomiędzy kołami a jezdnią, czyli z maksymalną wartością opóźnienia (przyśpieszenia ujemnego). Analizy przeprowadzone przez producentów systemów wykazują, że inteligentne układy hamowania awaryjnego pozwoliłyby zapobiec prawie trzem na cztery kolizje związane z najechaniem, w których wystąpiły szkody osobowe. Pierwszą część takich systemów opisano w pracach [1, 2].

3.1. Bezpieczeństwo pieszych

Systemem, o którym należy w tym miejscu wspomnieć jest system **Pedestrian Safety** (ang. "bezpieczeństwo pieszych). Układ jest w stanie samoczynnie zlokalizować i rozpoznać pieszego, który niespodziewanie znajdzie się w pasie ruchu pojazdu przed nim. W sytuacji gdy kierowca ostrzegany sygnałami dźwiękowymi i świetlnymi nie zareaguje, system, automatycznie wyhamuje samochód. Przy prędkości poniżej 25 km/h umożliwiał to niemalże całkowite uniknięcie kolizji. Gdy pojazd porusza się szybciej, system spowolni jego ruch, aby maksymalnie ograniczyć siłę uderzenia. Układ wykorzystuje zainstalowany w atrapie radar oraz kamerę IR umieszczoną w podstawie mocowania lusterka wstecznego. System ten będzie wyposażeniem standardowym Volvo S60, którego produkcja rozpocznie się w kwietniu 2010.



Rys. 1 . Projekt - Volvo S60 – wprowadzenie do produkcji IV 2010 [źródło: Volvo]

W związku z istotnymi zaletami z punktu widzenia bezpieczeństwa pieszych i pasażerów należy wspomnieć o innych innowacyjnych systemach:

1. CITY SAFETY (bezpieczeństwo w ruchu miejskim).
2. BLIS (system informacji o martwym polu widzenia).
3. TSA (wspomaganie stabilizacji przyczepy).

3.2. Bezpieczeństwo w ruchu miejskim

City Safety jest jedną z funkcji wspomagających pracę kierowcy. Polega ona na ograniczaniu skutków kolizji bądź też ich uniknięcia przy niskich prędkościach jazdy. W przypadkach, gdy zderzenie jest prawdopodobne, na przykład kiedy pojazd z przodu zahamuje bez reakcji ze strony kierowcy jadącego za nim, pojazd zahamuje samoczynnie przy pomocy hamulca głównego.

Według danych statystycznych, 75% wszystkich zgłaszanych zderzeń następuje przy prędkościach poniżej 30 km/h. Liczba ta może być nawet wyższa, ponieważ konsekwencje mniejszych zderzeń mogą być ograniczone i nie zawsze są zgłaszane do firm ubezpieczeniowych. Dzięki City Safety ilość takich przypadków można znacznie ograniczyć lub całkiem ich uniknąć.

Funkcja City Safety jest aktywna przy prędkościach poniżej 30 km/h i może wykryć zarówno pojazdy stojące, jak również te, które poruszają się w tym samym kierunku co pojazd z systemem City Safety. Kierowca może wyłączyć tę funkcję poprzez manipulator komputera pokładowego.

System może być programowany w serwisie i z reguły adaptacje systemu dotyczą reagowania na obiekty wielkości samochodu osobowego lub większe.

Do wykrycia pojazdów z przodu jest wykorzystywany Dalmierz. Dalmierz stanowi część urządzenia sterującego CVM (modułu prędkości zbliżania) i zamontowany jest w górnej części szyby przedniej, najczęściej w podstawie uchwytu lusterka wstecznego.



Rys. 2 . *Bezpieczeństwo w ruchu miejskim (City Safety)[3]*

Moduł prędkości zbliżania CVM jest standardem np. we wszystkich pojazdach Volvo XC60 i wykorzystuje się go do obsługi funkcji: City Safety oraz uaktywnienia ze stanu uśpienia układu SRS pojazdu w przypadku gdy system uzna, że nie da się uniknąć kolizji. Oznacza to, że system „przygotuje się” do ewentualnego uruchomienia poduszek gazowych jeszcze przed zderzeniem. Pomimo zastosowania tak innowacyjnych systemów, należy wspomnieć o wykluczeniu jakichkolwiek roszczeń z tytułu powstałej kolizji w stosunku do producentów pojazdu, gdyż kierowca jest zawsze odpowiedzialny za zapewnienie odpowiedniej prędkości, właściwy czas wypoczynku pomiędzy kolejnymi odcinkami drogi, czy też unikanie spożywania środków uniemożliwiających normalne prowadzenie pojazdu. Omawiane systemy mają za zadanie wspomagać pracę kierowcy, a nie go całkowicie zastąpić.

Jeżeli pojazd jest wyposażony w systemem monitorowania przestrzeni przed pojazdem (CMS -) opisany w pracy [1], wówczas obie funkcje się wzajemnie uzupełniają.



Rys. 3. Moduł prędkości zbliżania CVM [3]

Moduł prędkości zbliżania CVM (rys. 3) umieszczony jest na górnej krawędzi szyby czołowej obok modułu sterowania zawiera także dalmierz. Dalmierz przeszukuje obszar na odległości około 6 metrów przed pojazdem przy pomocy czujnika laserowego. Czujnik laserowy wysyła co 0,1 milisekundy światło podczerwone niewidzialne dla oka o długości fali 905 nm. Światło podczerwone generowane przez diodę laserową jest wysyłane poprzez soczewkę do trzech obszarów:

- lewego,
- środkowego.
- prawego.

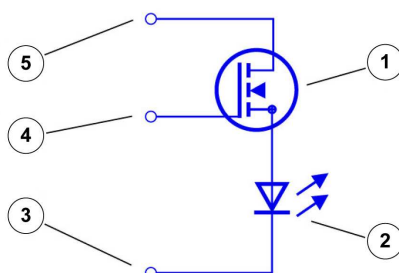
Łącznie obszary te obejmują kąt 27° . Jeśli jakiś obiekt znajduje się z przodu pojazdu, światło odbija się od niego i jest rejestrowane przez trzy fotodiody (rys. 7).

CVM mierzy okres czasu jaki upłynął od chwili wysłania światła z czujnika do obiektu znajdującego się przed pojazdem do jego powrotu do fotodiod. Czas ten wykorzystywany jest z uwzględnieniem aktualnej prędkości pojazdu do obliczenia odległości do obiektu z przodu, a także do obliczenia różnicy prędkości pomiędzy danym pojazdem a pojazdem poprzedzającym.

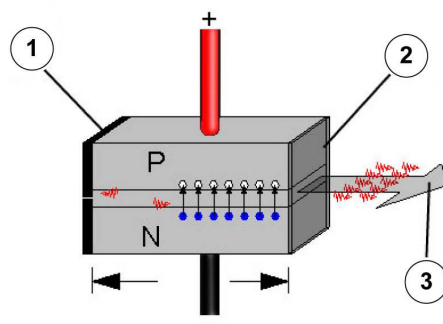


Rys. 4. Moduł prędkości zbliżenia. 1. Zespół diody laserowej, 2. Soczewka [3]

Dioda laserowa (rys. 6) wytwarza światło podczerwone niewidzialne dla oka, które wysyłane jest przez soczewkę w trzy różne pola. Dioda laserowa jest dalszym udoskonaleniem diody świecącej. Długość wysyłanej przez nią fali jest stała i wynosi 905 nm. Po zaświeceniu się diody laserowej, rozgrzewa się ona stopniowo pod wpływem „prądu pracy”. Jeśli prąd pracy nie zostanie uregulowany, istnieje niebezpieczeństwo przeciążenia diody laserowej. Zbyt wysoki prąd pracy może skutkować szybkim uszkodzeniem diody laserowej. W celu uregulowania prądu pracy, w diodę laserową wbudowany jest pewnego rodzaju tranzystor (FET, tranzystor polowy, rys. 5) . Tranzystor ten sterowany jest przez moduł prędkości zbliżania CVM .

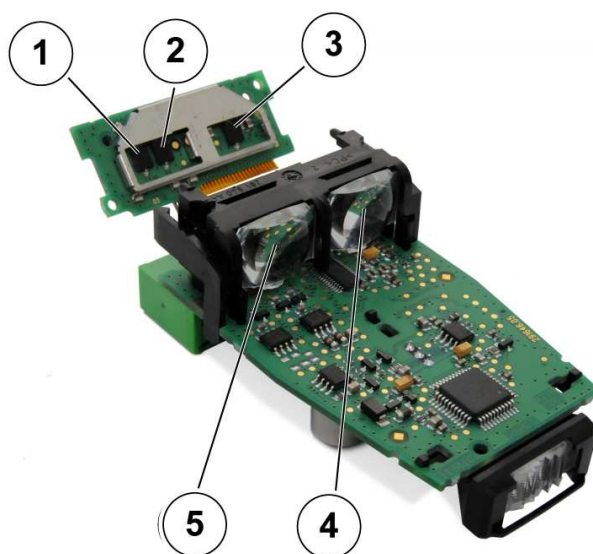


Rys. 5. Schemat zespołu diody laserowej. 1 - Tranzystor FET, 2 - Dioda laserowa, 3 - Uziemienie, 4 - Napięcie sterowania, 5 – Napięcie [4]



Rys. 6. Dioda laserowa. 1- Zwierniadio, 2 - Zwierniadio „półprzezroczyste”, 3 - Światło lasera [4]

Fotony (cząstki światła) są odbijane pomiędzy zwierniadiami znajdującymi się na krótszych bokach diody. Odległość pomiędzy zwierniadiami jest regulowana w taki sposób, że objęty jest nią cały zakres długości fal emitowanego światła. Zwierniadio na jednym z krótszych boków diody jest „półprzezroczyste”, tzn. zarówno odbija, jak i przepuszcza pewną ilość światła i większość promienia światła może w tym miejscu opuścić diodę laserową.



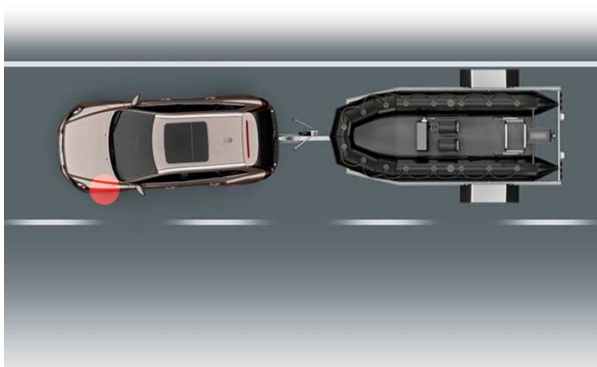
Rys. 7 Fotodiody. 1- Fotodiody dla pola prawego, 2 - Fotodiody dla pola lewego, 3 - Fotodiody dla pola środkowego, 4 - Soczewka dla pola prawego / lewego, 5 - Soczewka dla pola środkowego [4]

Jeśli jakiś obiekt znajdzie się przed pojazdem, światło jest odbijane i rejestrowane przez trzy fotodiody.

3.3. Wspomaganie stabilizacji pojazdu sprzęgniętego z przyczepą TSA

Funkcja wspomagania stabilizacji pojazdu sprzęgniętego z przyczepą (TSA), jest kontrolowana wyłącznie przez oprogramowanie dynamicznej kontroli stabilności i trakcji (DSTC). W stanie normalnym jest nieaktywna. Można ją uaktywnić po zamontowaniu haka holowniczego i skonfigurowaniu topologii sieci transmisji danych CAN z uwzględnieniem tego modułu. Podobne rozwiązanie zastosowano również w Mercedesie, które jest obsługiwane przez system ABR (Adaptive Brake). TSA współpracuje z systemem DSTC w celu stłumienia drgań własnych, które mogą powstać przy holowaniu przyczepy bagażowej lub campingowej, szczególnie w sytuacji nagłego podmuchu wiatru przy wyjechaniu z osłoniętego odcinka drogi np. z lasu. W szczególnych warunkach istnieje niebezpieczeństwo, że zestaw pojazdu mógłby wpaść w drgania własne i kierowcy byłoby bardzo trudno odzyskać kontrolę nad zestawem. Badania dowodzą, że szczególnie podatne w na drgania własne są ciężkie i nieprawidłowo załadowane przyczepy. Wchodzą w przedział krytycznej prędkości w zakresie 90–100 km/h. Układ TSA włącza się zawsze samoczynnie przy prędkościach w przedziale 50–150 km/h, jeżeli jego funkcja została uaktywniona poprzez skonfigurowanie oprogramowania w związku z zamontowaniem haka holowniczego. Jeśli kierowca zdecyduje się jednak wyłączyć DSTC, wtedy funkcja TSA także zostanie wyłączona.

System DSTC mierzy odchylenie pojazdu od kierunku jazdy oraz siły rzeczywiste związane z przyspieszeniami normalnymi. W tym samym czasie sterownik DSTC oblicza teoretyczną wartość sił poprzecznych ($F_{an}=mV^2/r$) na podstawie wartości kąta skręcenia koła kierownicy wyznaczającego promień łuku („r” - sygnał z czujnika goniometrycznego) oraz czujnika prędkości pojazdu (V). Masa pojazdu jest wartością konfiguracyjną systemu związana z konkretnym modelem pojazdu. Porównując na bieżąco te informacje, system monitoruje wszelkie kołysania pojazdu oraz odchylenia bezwładnościowe. Przy zarejestrowanej trzeciej samorzutnej oscylacji własnej, system rozpoczyna działanie.



Rys. 9. Uaktywnienie systemu TSA [3]

Zaprezentowany system może działać w dwóch fazach, gdy pojazd i przyczepa rozpoczynają samorzutne drgania własne. System hamuje indywidualnie jedno z kół przednich zależnie od oscylacji pojazdu w celu skorygowania drgań własnych.

Należy dodać, że system może uspokoić jazdę niefrasobliwemu kierowcy, gdyż system TSA nie może określić, czy pojazd wpadł w drgania własne, czy też pojazd zachowuje się tak, jak zdecydował kierowca korygując tor jazdy kołem kierownicy.

3.4. Kalibracje czujników

W związku z faktem rejestracji przez czujniki ściśle określonego obszaru przed pojazdem, wymagają one kalibracji dla zapewnienia bezbłędnej oceny i interpretacji cyfrowych danych uzyskanego obrazu. Dla takich systemów kalibracja jest wymagana w przypadkach:

- zarejestrowania w nieulotnej pamięci sterownika błędów typu;
 - brak nastawów podstawowych,
 - nieprawidłowe nastawy podstawowe,
- oraz po wykonaniu prac serwisowych;
 - ingerujących w poziom zawieszenia pojazdu (np. po wymianie amortyzatorów i sprężyn),
 - ingerujących w geometrię osi tylnej,
 - po wymianie szyby czołowej,
 - po wymianie *modułu prędkości zbliżania CVM*.

4. WNIOSKI

Wszystkie systemy sterowania w pojeździe muszą być sprawne dla zapewnienia bezpieczeństwa jazdy, funkcjonalności mechanizmów i podzespołów oraz komfortu podróży. Złożoność tych systemów wymaga profesjonalnego otoczenia usług serwisowych. Nie jest możliwe wykonanie skomplikowanej naprawy bez właściwej platformy informacyjnej oraz wymaganego sprzętu diagnostycznego. Znajomość budowy poszczególnych systemów oraz realizowanych funkcji już dzisiaj nie wystarczy do wykonywania zadań diagnostycznych. Konieczne są dane specyficzne dla każdego badanego systemu.

Jak zaprezentowano w pracy nawet przy bardzo podstawowych czynnościach serwisowych jak wymiana szyby czołowej czy też regulacji geometrii kół konieczna staje się kalibracja czujników radarowych, video oraz diod laserowych.

Tak więc metody analizy sygnałów diagnostycznych oraz programowania sterowników stają się obecnie bardzo poszukiwanymi dziedzinami nauki przez przemysł motoryzacyjny. Wydawać by się mogło, że taka tendencja na rynku może utrzymać się przez dłuższy czas.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Olszowski S., Sztandkie M.: Innovations used in intelligent systems supporting a driver. Bezpieczeństwo w Transporcie. LogiTrans 2009, Czasopismo Logistyka nr 3/2009
- [2] Olszowski S. The methods of diagnosis of the innovatory management systems in cars. IX Międzynarodowa Konferencja Transport Systems Telematics. Politechnika Śląska. Katowice-Ustroń 4-7.XI.2009.

- [3] Volvo Car Corporation: Materiały szkoleniowo – informacyjne. 2009
- [4] Robert Bosch GmbH: Materiały szkoleniowo – informacyjne. 2009
- [5] Analizy baz danych wypadkowych GIDAS (German In-Depth Accident Study) przeprowadzone przez firmę Bosch na terenie Niemiec za lata 2005-2008.